



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 100 39 942 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
**B 60 K 41/16**

21 Aktenzeichen: 100 39 942.8  
22 Anmeldetag: 16. 8. 2000  
43 Offenlegungstag: 28. 2. 2002

DE 100 39 942 A 1

71 Anmelder:  
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

72 Erfinder:  
Dreibholz, Ralf, Dr.-Ing., 88074 Meckenbeuren, DE;  
Muro, Giuseppe, Dipl.-Ing., 88048 Friedrichshafen, DE

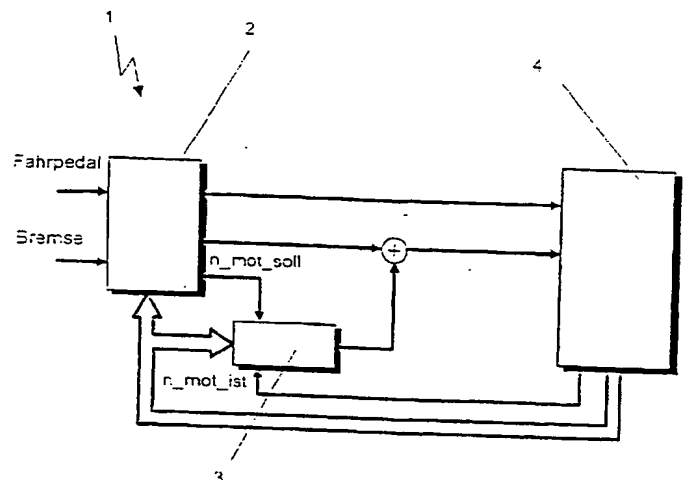
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 36 28 490 C2  
DE 196 31 294 A1  
DE 42 23 967 A1  
WO 93 21 031 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

54 Verfahren zur Steuerung und Regelung eines Automatgetriebes

57 Es wird ein Verfahren zur Steuerung und Regelung eines Automatgetriebes, insbesondere eines Geared-Neutral-Getriebes, eines Kraftfahrzeugs mit einem als Differential ausgebildeten Umlaufgetriebe und einer elektrischen Steuereinheit beschrieben. Zu einer Einstellung einer Ausgangsdrehzahl des Differentials ist ein stufenloses Element vorgesehen, welches dem Differential in einer Leistungsverzweigung eines Abtriebsstranges vorgeschaltet ist. Eine Übersetzung ( $i_v$ ) des stufenlosen Elementes wird während einer Anfahrphase, bei einem Übergang von der Anfahrphase in eine Fahrbetriebsphase und während einer konstanten Fahrbetriebsphase über eine gemeinsame Regeleinrichtung geregelt und gesteuert verstellt. Die Verstellung der Übersetzung ( $i_v$ ) des stufenlosen Elementes und eine Lastvorgabe ( $\alpha_{soll}$ ) an einen Motor des Kraftfahrzeuges sind über die Regeleinrichtung aufeinander abgestimmt.



DE 100 39 942 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung und Regelung eines Automatgetriebes gemäß den im Oberbegriff des Patentanspruches 1 genannten Merkmalen.

[0002] In der Praxis werden Kraftfahrzeuge meist mit einem Verbrennungsmotor als Antrieb versehen, da Verbrennungsmotoren im allgemeinen eine hohe Leistung bei kompakten Abmessungen und niedrigem Gewicht zur Verfügung stellen. Verbrennungsmotoren weisen jedoch prinzipbedingte Nachteile auf, welche z. B. darin bestehen, daß sie unterhalb einer Mindestdrehzahl nicht betriebsfähig sind bzw. bei Belastung stehen bleiben. Weiter wird für hohe Beschleunigungen oder für das Überwinden größerer Steigungen ein von der Verbrennungsmaschine zur Verfügung gestelltes hohes Drehmoment benötigt, welches Verbrennungsmotoren nur bei extremer Überdimensionierung liefern können. Eine Umgehung dieser Nachteile wird mit einem in einem Antriebsstrang angeordneten, mit Anfahrlelementen versehenen Schalt- bzw. Automatgetriebe angestrebt.

[0003] So wird z. B. zur Bewerkstelligung eines Anfahrens bei Handschaltgetrieben während des Anfahrvorganges eine koordinierte Betätigung eines Kupplungs- und eines Gaspedals vorgesehen, welche insbesondere Fahranfängern große Probleme bereitet.

[0004] Bei Automatgetrieben ist zur Vereinfachung des Anfahrvorganges für einen Fahrer meist ein hydrodynamischer Drehmomentwandler als Anfahrlelement vorgesehen, der den Anfahrvorgang ohne zusätzliche Aufgaben für den Fahrer ermöglicht.

[0005] Diese aus der Praxis bekannten Komponenten eines Automatgetriebes weisen jedoch den Nachteil auf, daß sie hohe Kosten verursachen und einen großen Bauraum beanspruchen. Darüber hinaus resultiert aus dem vermehrten Komponentenbedarf ein höheres Gesamtgewicht des Kraftfahrzeugs, was der Anforderung an einen niedrigen Kraftstoffverbrauch entgegenwirkt.

[0006] Zur Vermeidung dieser Nachteile werden in der Praxis Anfahrkonzepte herangezogen, bei welchen ein Anfahrvorgang eines Kraftfahrzeuges ohne entsprechendes Anfahrlelement realisiert werden kann. Ein solches Anfahrkonzept stellt beispielsweise ein Getriebe mit einer Leistungsverzweigung dar, in der ein stufenloses Element zur Einstellung einer Übersetzung des Getriebes vorgesehen ist. Ein derartiges stufenloses Element wird aufgrund seiner variablen Übersetzung auch als Variator bezeichnet.

[0007] Getriebe mit einer internen Leistungsverzweigung sind aufgrund der Anforderung an die Getriebespreizung meist als Mehrbereichsgetriebe ausgebildet, wobei insbesondere zum Anfahren eine Leistungsverzweigung in einem ersten Übersetzungsbereich vorgesehen ist, und ein zweiter Übersetzungsbereich direkt über das stufenlose Element bzw. den Variator durchgeföhren wird.

[0008] Ein Mehrbereichsgetriebe mit Leistungsverzweigung in einem ersten Übersetzungsbereich, welche den Verzicht eines Anfahrlelements ermöglicht, wird als Geared-Neutral-Getriebe bezeichnet. Bei einer bestimmten Variatorübersetzung ergibt sich eine unendliche Getriebegesamtübersetzung (Geared-Neutral-Punkt), wobei eine Getriebeausgangswelle stillsteht und ein mit einer Getriebeeingangswelle verbundener Verbrennungsmotor mit einer bestimmten Drehzahl betrieben werden kann, ohne ein sogenanntes "Abwürgen" des Verbrennungsmotors zu erreichen.

[0009] Des weiteren bewirkt eine Verstellung der Übersetzung des Variators eine Änderung der Getriebegesamtübersetzung ausgehend vom Geared-Neutral-Punkt auf endliche Werte, worauf hin sich der Getriebeausgang zu drehen be-

ginnt und sich ein Anfahren des Kraftfahrzeuges einstellt.

[0010] Eine Übersetzung des Getriebes bzw. eine Übersetzung des Variators wird bei aus der Praxis bekannten Antriebssystemen während des Anfahrvorganges und einer sich daran anschließenden Fahrbetriebsphase durch zwei getrennte Regeleinrichtungen in Abhängigkeit einer Fahrerwunschvorgabe eingestellt.

[0011] Die Steuerung und Regelung der Übersetzung des Getriebes bzw. des Variators mittels der beiden Regeleinrichtungen für das Anfahren und das Fahren erfordert besonders beim Übergang vom Anfahrzustand in einen kontinuierlichen Fahrbetriebszustand, bei welchem auch ein Wechsel der Ansteuerung von einer Regeleinrichtung zur nächsten erfolgt, einen hohen zusätzlichen Applikationsaufwand. Dieser Applikationsaufwand ergibt sich durch die notwendige Übertragung der Steuer- und Regelgrößen von einer Regeleinrichtung zu der anderen.

[0012] Insbesondere beim Übergang der Ansteuerung von einer Regeleinrichtung zu der anderen Regeleinrichtung treten häufig Schwingungen und Unstetigkeiten in der Ansteuerung auf, welche einen erwünschten Fahrkomfort beeinträchtigen können und selbst mit erhöhtem steuerungs- und regelungstechnischem Aufwand bei den bekannten Antriebssystemen nicht gänzlich vermieden werden können, da die dort auftretenden Phänomene sehr komplex und schwer beherrschbar sind.

[0013] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Steuerung und Regelung eines Automatgetriebes, insbesondere eines Geared-Neutral-Getriebes, zur Verfügung zu stellen, mit dem ein Anfahren und ein Fahren mit konstanter Geschwindigkeit möglich ist, und eine Beeinträchtigung des Fahrkomforts insbesondere beim Übergang von einem Anfahrvorgang in eine kontinuierliche Fahrbetriebsphase zu vermeiden.

[0014] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einem Verfahren gemäß den in Patentanspruch 1 genannten Merkmalen gelöst.

[0015] Das erfindungsgemäße Verfahren nach Patentanspruch 1 bietet den Vorteil, daß eine Übersetzung des stufenlosen Elementes bzw. der Getriebegesamtübersetzung über den kompletten Betriebsbereich des Automatgetriebes von einer gemeinsamen Regeleinrichtung geregelt und gesteuert eingestellt wird, womit ein hoher Applikationsaufwand während des Übergangs von der Anfahrphase in die kontinuierliche Fahrbetriebsphase vermieden wird. Dieser Vorteil ergibt sich, da bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Übertragung von Regelungs- und Steuergrößen zwischen zwei separaten Regelungseinrichtungen entfällt.

[0016] Weiter ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren von Vorteil, daß die Verstellung der Übersetzung des stufenlosen Elementes und eine Lastvorgabe an einen Motor des Kraftfahrzeuges über die gemeinsame Regeleinrichtung aufeinander abgestimmt sind. Dadurch kann ein Übergang des Anfahrvorganges in das Fahren des Kraftfahrzeuges bzw. in eine kontinuierliche Fahrbetriebsphase stufenlos ohne Beeinträchtigung des Fahrkomforts durchgeföhrt werden.

[0017] Gleichzeitig wird der zeitlich vorgelagerte Anfahrvorgang sowie die folgende kontinuierliche Fahrbetriebsphase über die selbe Regelungseinrichtung geregelt und gesteuert. Das Anfahren, der Übergang und eine kontinuierliche Fahrbetriebsphase werden durch Änderung der Übersetzung des stufenlosen Elementes bzw. des Variators realisiert, wobei für die Verstellung ein gesteuerter und ein geregelter Anteil verwendet wird. Insbesondere durch den gesteuerten Anteil kann in vorteilhafter Weise eine Regelabweichung gering gehalten werden. Mittels dem geregelten Anteil der Übersetzung des Variators wird ein Fahren mit

konstanter Drehzahl ermöglicht.

[0018] Weitere Vorteile und Weiterführungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus dem nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipiell beschriebenen Ausführungsbeispiel.

[0019] Es zeigt:

[0020] Fig. 1 ein Blockschaltbild, welches eine schematisierte Kettenstruktur der erfindungsgemäßen Regeleinrichtung darstellt;

[0021] Fig. 2 ein Blockschaltbild der Regeleinrichtung gemäß Fig. 1, wobei die Ein- und Ausgangsgrößen der einzelnen Übertragungsböcke näher bezeichnet sind;

[0022] Fig. 3 eine detaillierte Darstellung eines Teiles eines ersten Übertragungsblockes der Regeleinrichtung, welchem die Ermittlung der Soll-Wert-Vorgabe der Motordrehzahl und der Lastvorgabe des Motors der Steuerung der Regeleinrichtung zugrunde liegt;

[0023] Fig. 4 eine detaillierte Darstellung eines zweiten Übertragungsblockes der Regeleinrichtung, welchem eine Drehzahlregelung der Motordrehzahl zugrunde liegt und

[0024] Fig. 5 eine detaillierte Darstellung eines zweiten Teils des ersten Übertragungsblockes, welcher eine Ermittlung eines gesteuerten Anteils einer Übersetzung eines stufenlosen Elementes darstellt.

[0025] In Fig. 1 und Fig. 2 ist jeweils ein Blockschaltbild dargestellt, welches jeweils eine allgemeine Struktur bzw. eine Kettenstruktur einer Regeleinrichtung 1 eines Geared-Neutral-Getriebes wiedergibt.

[0026] Das Geared-Neutral-Getriebe eines Kraftfahrzeuges ist in bekannter Weise mit einem als Differential ausgebildeten Unlaufgetriebe und einer externen elektrischen Steuereinheit ausgebildet und weist zu einer Einstellung einer Ausgangsdrehzahl des Differentials ein stufenloses Element bzw. einen Variator auf, der dem Differential in einer Leistungsverzweigung eines Antriebsstranges vorgeschaltet ist.

[0027] Eine Übersetzung  $i_v$  des Variators wird während einer Anfahrphase, während eines Übergangs von der Anfahrphase in eine kontinuierliche Fahrbetriebsphase und während einer sich anschließenden Fahrbetriebsphase mit einer konstanten Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeuges über die Regeleinrichtung 1 geregelt und gesteuert verstellt. Dabei erfolgt in einem ersten Übertragungsblock 2 eine Soll-Wert-Vorgabe und eine Steuerung einer Laststellung  $\alpha_{\text{soll}}$  und der Übersetzung  $i_v$  des Variators. Die Soll-Wert-Vorgabe und die Steuerung erfolgen in Abhängigkeit einer Fahrerwunschvorgabe, welche über eine Stellung eines Fahrpedals und eines Bremspedals ermittelt wird.

[0028] In einem zweiten Übertragungsblock 3 erfolgt eine Ermittlung eines geregelten Anteils der Übersetzung  $i_v r$  des Variators in Abhängigkeit eines Soll-Ist-Wertvergleichs der Motordrehzahl  $n_{\text{mot}}$ .

[0029] Ein dritter Übertragungsblock 4 stellt schematisiert das Kraftfahrzeug dar, welches die Regelstrecke bildet und auf das äußere Störgrößen, wie beispielsweise der Fahrwiderstand des Kraftfahrzeuges, einwirken. Von dem dritten Übertragungsblock 4 ausgehend erfolgt eine Signalausgabe eines Ist-Wertes  $n_{\text{mot}}$  ist der Motordrehzahl an den zweiten Übertragungsblock 3. Darüber hinaus werden verschiedene adaptive Größen, wie beispielsweise eine Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_F$ , ein Getriebezustand oder eine aktuelle Abtriebsdrehzahl  $n_{\text{ab}}$  als Signale ausgehend von dem dritten Übertragungsblock 4 an den ersten Übertragungsblock 2 und den zweiten Übertragungsblock 3 ausgegeben.

[0030] Fig. 2 zeigt das Blockschaltbild der Regeleinrichtung 1 gemäß Fig. 1, wobei der Regeleinrichtung 1 generell eine Steuerung eines Drosselklappenwinkels  $\alpha$  des Motors bzw. der Lastvorgabe  $\alpha_{\text{soll}}$  an den Motor zugrunde liegt.

[0031] In dem ersten Übertragungsblock 2 wird in Abhängigkeit der Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_F$ , einer Stellung des Fahrpedals und eines Ist-Wertes  $n_{\text{mot}}$  ist der Motordrehzahl eine Soll-Wert-Vorgabe bezüglich einer Drosselklappenstellung  $\alpha_{\text{soll}}$  und eines Soll-Wertes  $n_{\text{mot}}$  soll der Motordrehzahl durchgeführt. Darüber hinaus wird über den ersten Übertragungsblock 2 ein gesteuerter Anteil der Übersetzung  $i_v r$  des Variators bestimmt. Durch die Steuerung wird zum einen ein Abtriebsmoment eingestellt und zum anderen eine Regelabweichung der Regelung der Regeleinrichtung 1 gering gehalten.

[0032] Der über die Regeleinrichtung 1 bzw. den zweiten Übertragungsblock 3 bestimmte geregelte Anteil der Übersetzung  $i_v r$  des Variators realisiert neben dem Anfahrang auch ein Fahren mit konstanter Abtriebsdrehzahl  $n_{\text{ab}}$ .

[0033] Der geregelte Anteil der Übersetzung  $i_v r$  wird mit einer Kenngröße  $f_r$ , mit welcher eine Berücksichtigung der Fahrtrichtung des Kraftfahrzeuges durchgeführt wird, multipliziert und auf den gesteuerten Anteil der Übersetzung  $i_v r$  addiert. Dieser Wert stellt die Soll-Wert-Vorgabe bzw. den Sollausgabewert  $i_v r_{\text{soll}}$  der Regeleinrichtung 1 der Übersetzung des stufenlosen Elementes dar.

[0034] Aus der Lastvorgabe  $\alpha_{\text{soll}}$  an den Motor, dem Sollwert  $i_v r_{\text{soll}}$  der Übersetzung des stufenlosen Elementes und einer Berücksichtigung des Fahrwiderstandes ergibt sich die Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_F$  und ein Ist-Wert  $n_{\text{mot}}$  ist der Motordrehzahl.

[0035] Die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_F$  bildet eine der Eingangsgrößen der Steuerung der Regeleinrichtung 1 und wird als Signal von dem dritten Übertragungsblock 4 an den ersten Übertragungsblock 2 ausgegeben. Ein weiteres Ausgabesignal des dritten Übertragungsblockes 4 stellt der Ist-Wert  $n_{\text{mot}}$  ist der Motordrehzahl dar, welcher jeweils für den ersten und zweiten Übertragungsblock 2 bzw. 3 eine Eingangsgröße bzw. ein Eingangssignal bildet.

[0036] In Fig. 3 ist eine detaillierte Darstellung eines Teils des ersten Übertragungsblockes 2 der Regeleinrichtung 1 gezeigt. In diesem Teil wird die Ermittlung des Soll-Wertes  $n_{\text{mot}}$  soll der Motordrehzahl und des Sollwertes  $\alpha_{\text{soll}}$  der Lastvorgabe an den Motor durchgeführt. Die Eingangsgrößen für die Bestimmung des Soll-Wertes  $n_{\text{mot}}$  soll der Motordrehzahl und des Sollwertes  $\alpha_{\text{soll}}$  der Lastvorgabe an den Motor stellen die Abtriebsdrehzahl  $n_{\text{ab}}$  bzw. eine Winkelgeschwindigkeit  $\omega_{\text{ab}}$  der Abtriebswelle sowie eine maximale Motorleistung  $P_{\text{mot\_max}}$  dar. Die Winkelgeschwindigkeit  $\omega_{\text{ab}}$  bzw. deren zahlenmäßiger positiver Betrag fließt gemeinsam mit dem Wert der maximalen Motorleistung  $P_{\text{mot\_max}}$  in eine Berechnung eines maximalen Abtriebsmomentes  $T_{\text{ab\_max}}$  ein.

[0037] Das berechnete maximale Abtriebsmoment  $T_{\text{ab\_max}}$  wird zur Ermittlung eines Soll-Abtriebsmomentes  $T_{\text{ab\_soll}}$  bezüglich eines oberen Grenzwertes begrenzt, um insbesondere bei Vorliegen einer geringen Winkelgeschwindigkeit der Abtriebswelle bzw. einer kleinen Abtriebsdrehzahl zu vermeiden, daß zur Bestimmung des Soll-Abtriebsmomentes  $T_{\text{ab\_soll}}$  ein zu großer oder unrealistischer Wert herangezogen wird.

[0038] Das Soll-Abtriebsmoment  $T_{\text{ab\_soll}}$  wird in Abhängigkeit des maximalen Abtriebsmomentes  $T_{\text{ab\_max}}$  und einer Stellung des Gaspedals ermittelt. Der ermittelte Wert des Sollwertes  $T_{\text{ab\_soll}}$  des Abtriebsmomentes stellt einerseits eine Ausgabegröße der Steuerung der Regeleinrichtung 1 dar und wird andererseits zur Bestimmung des Sollwertes  $n_{\text{mot}}$  soll der Motordrehzahl und des Sollwertes  $\alpha_{\text{soll}}$  der Lastvorgabe an den Motor verwendet.

[0039] Parallel hierzu wird die Winkelgeschwindigkeit  $\omega_{\text{ab}}$ , welche zur Ermittlung des maximalen Abtriebsmomentes  $T_{\text{ab\_max}}$  herangezogen wird, mit einem Kennwert

fr zur Berücksichtigung einer aktuellen bzw. einer gewünschten Fahrtrichtung multipliziert, wobei dem Kennwert fr im vorliegenden Ausführungsbeispiel die Zahl 1 für Vorwärtsfahrt und die Zahl -1 für Rückwärtsfahrt zugewiesen ist.

[0040] In einem anschließenden Funktionsblock 5, in welchem das Soll-Abtriebsmoment  $T_{ab}$  soll sowie die Abtriebsdrehzahl  $n_{ab}$  bzw. die Winkelgeschwindigkeit  $\omega_{ab}$  der Getriebeausgangswelle unter Berücksichtigung der Fahrtrichtung eingehen, wird über ein in der elektronischen Steuereinheit oder in einer digitalen Motorelektronik abgelegtes Motorkennfeld eine Motor-Soll-Leistung  $P_{mot}$  soll bestimmt, die in direktem Zusammenhang mit dem vom Fahrer gewünschten Abtriebsmoment  $T_{ab}$  steht und eine Funktion der Abtriebsdrehzahl  $n_{ab}$  und dem Soll-Abtriebsmoment  $T_{ab}$  soll ist.

[0041] Anhand der ermittelten Motor-Soll-Leistung  $P_{mot}$  soll wird über zwei weitere Kennlinien bzw. stationäre Fahrlinien die Motor-Soll-Drehzahl  $n_{mot}$  soll und die Lastvorgabe  $\alpha$  soll an den Motor bestimmt, wobei der Soll-Wert  $\alpha$  soll der Lastvorgabe an den Motor direkt über eine Kennlinie ausgegeben werden kann und der über die Kennlinie ermittelte Soll-Wert  $n_{mot}$  soll der Motordrehzahl zusätzlich über einen Filter 6 vor der Ausgabe aus dem ersten Übertragungsblock 2 gefiltert wird. Über die Filterung des Filters 6 sollen vor der Ausgabe unrealistische ermittelte Drehzahlwerte gefiltert werden, um sprunghafte Übersetzungsänderungen des Automatgetriebes zu vermeiden.

[0042] Fig. 4 zeigt eine detaillierte Darstellung des zweiten Übertragungsblockes 3 der Regeleinrichtung 1. Anhand der dargestellten Kettenstruktur wird zunächst der geregelte Anteil der Übersetzung  $i_{v,r}$  des stufenlosen Elementes bestimmt. Für die Berechnung des geregelten Anteils der Übersetzung  $i_{v,r}$  des Variators bilden ein Soll-Wert  $n_{mot}$  soll der Motordrehzahl und ein Ist-Wert  $n_{mot}$  ist der Motordrehzahl die Eingangsgrößen eines zweiten Funktionsblockes 7, in welchem eine Abweichung zwischen diesen Eingangsgrößen bestimmt wird.

[0043] Die Abweichung des Ist-Wertes  $n_{mot}$  ist vom Soll-Wert  $n_{mot}$  soll der Motordrehzahl und eine ermittelte aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_F$  stellen die Eingangsgrößen eines weiteren Funktionsblockes 8 dar, die zur Bestimmung des geregelten Anteils der Übersetzung  $i_{v,r}$  des Variators herangezogen werden, wobei der Ausgabewert dieses Funktionsblockes 8, d. h. der geregelte Anteil der Übersetzung  $i_{v,r}$  des Variators, mittels der beiden Eingangsgrößen anhand einer weiteren in der elektronischen Steuereinheit abgelegten Kennlinie bestimmt wird.

[0044] Der hierdurch bestimmte geregelte Anteil der Übersetzung  $i_{v,r}$  des Variators wird mit dem Kennwert fr zur Berücksichtigung der aktuellen Fahrtrichtung bzw. der gewünschten Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs multipliziert, womit der endgültige geregelte Anteil der Übersetzung  $i_{v,r}$  als Ausgabewert der Regelung der Regeleinrichtung 1 feststeht. Der geregelte Anteil der Übersetzung  $i_{v,r}$  des Variators wird mit dem gesteuerten Anteil der Übersetzung  $i_{v,s}$  des Variators addiert, und die Summe stellt den Sollwert  $i_{v}$  soll der Variatorübersetzung dar.

[0045] Eine detaillierte Darstellung eines zweiten Teils des ersten Übertragungsblockes 2 ist in Fig. 5 dargestellt, wobei ein Durchlauf der Kettenstruktur zur Bestimmung des gesteuerten Anteils der Übersetzung  $i_{v,s}$  führt. Eingangsgrößen dieses zweiten Teils des ersten Übertragungsblockes 2 sind ein nach oben begrenztes maximales Abtriebsmoment  $T_{ab,max}$ , das gemäß Fig. 3 ermittelte Soll-Abtriebsmoment  $T_{ab}$  soll sowie die Abtriebsdrehzahl  $n_{ab}$  bzw. die Winkelgeschwindigkeit  $\omega_{ab}$  der Getriebeausgangswelle.

[0046] Zunächst wird die Winkelgeschwindigkeit  $\omega_{ab}$  ab des Abtriebs in zwei hier parallel geschalteten Funktionsblöcken 9 und 10 in Abhängigkeit der aktuellen bzw. der gewünschten Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs bezüglich vorgegebener Grenzwerte begrenzt. Damit sollen insbesondere zu hohe Werte der Winkelgeschwindigkeit  $\omega_{ab}$  ausgeschlossen werden, die bei unbegrenzter Berücksichtigung unerwünscht große Übersetzungsänderungen zur Folge hätten.

[0047] Die Winkelgeschwindigkeit  $\omega_{ab}$  bzw. ein Grenzwert der Winkelgeschwindigkeit  $\omega_{ab}$  wird zusammen mit dem Ist-Wert  $n_{mot}$  ist der Motordrehzahl bzw. einer in der Fig. 5 ersichtlichen Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  an einer Getriebeeingangswelle zur Bestimmung einer Getriebegesamtübersetzung  $i_g$  verwendet. Anhand der Getriebegesamtübersetzung  $i_g$  wird über eine weitere in der elektronischen Steuereinheit abgelegte Kennlinie eine aktuelle Übersetzung  $i_{v,akt}$  des stufenlosen Elementes ermittelt.

[0048] Während der Ermittlung der aktuellen Übersetzung  $i_{v,akt}$  wird aus dem Quotienten des maximalen Abtriebsmomentes  $T_{ab,max}$  und des Soll-Abtriebsmoment  $T_{ab}$  soll ein belastungsabhängiger Anteil der Übersetzung  $\delta_{i,v}$  des stufenlosen Elementes ermittelt, der auf die aktuelle Übersetzung  $i_{v,akt}$  des stufenlosen Elementes addiert wird, wobei ein maximaler Wert des lastabhängigen Anteils  $\delta_{i,v}$  für ein maximal gefordertes Abtriebsmoment  $T_{ab,max}$  berechnet und vorgegeben ist. Diese Summe wird wiederum mit dem Kennwert fr zur Bewertung der aktuellen oder gewünschten Fahrtrichtung multipliziert und stellt den gesteuerten Anteil der Übersetzung  $i_{v,s}$  des Variators dar, welcher gleichzeitig einer der Ausgabewerte des ersten Übertragungsblock 2 ist.

[0049] Über den geregelten Anteil der Übersetzung  $i_{v,r}$  des Variators wird ein Ist-Wert  $n_{mot}$  ist der Motordrehzahl möglichst genau dem geforderten Soll-Wert  $n_{mot}$  soll angenähert. Dies wird durch einen in dem Funktionsblock 8 angeordneten Proportionalregler 11 realisiert, welcher in Fig. 4 dargestellt ist. Eine Verstärkung des Proportionalreglers 11 ist von einer in der elektronischen Steuereinheit abgelegten Kennlinie abhängig, die eine Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_F$  darstellt.

[0050] Zu Beginn der Regelung der Übersetzung des Variators, d. h. beim Anfahren des Kraftfahrzeugs, ist für die Durchführung einer Anfahrphase eine kleine Verstärkung des Proportionalreglers 11 Voraussetzung, da durch den großen Übersetzungsgradienten bereits kleine Übersetzungsänderungen im Variator verhältnismäßig starke Änderungen der Getriebegesamtübersetzung  $i_g$  bewirken und sehr große Momente am Abtrieb und im Variator auftreten. Mit größerem Abstand zum Geared-Neutral-Punkt, wie beispielsweise beim Übergang von einer Anfahrphase in eine kontinuierliche Fahrbetriebsphase, verkleinert sich der Übersetzungsgradient des Getriebes. In diesem Betriebszustand des Automatgetriebes reagiert das gesamte System nicht mehr so empfindlich, weshalb eine größere Verstärkung des Proportionalreglers 11 als während der Anfahrphase erforderlich ist, um eine Zunahme einer Regelabweichung zu vermeiden.

[0051] Bei einer Regelung der Übersetzung  $i_{v}$  des Variators mit konstantem Arbeitspunkt des Automatgetriebes bzw. des Variators tritt eine verhältnismäßig große Regelabweichung auf, weshalb eine Verschiebung des Arbeitspunktes über eine Bestimmung eines gesteuerten Anteils der Übersetzung  $i_{v,s}$  des Variators vorgenommen wird. Der Arbeitspunkt des Automatgetriebes wird in Abhängigkeit der Getriebegesamtübersetzung  $i_g$  verschoben, welche über die aktuellen Ein- und Ausgangsdrehzahlen des Getriebes berechnet wird.

[0052] Zusammenfassend weist die beschriebene erfindungsgemäße Regeleinrichtung 1 einen Regelkreis mit einer Soll-Wert-Vorgabe und eine Steuerung für die Betriebszustände "Anfahren" und "Fahren" auf. Durch die Steuerung der Regeleinrichtung ist mit dem Automatgetriebe ein "Hill-Holder"-Verhalten realisierbar, welches einem Fahrer des Kraftfahrzeuges zusätzlichen Fahrkomfort zur Verfügung stellt. Weiter kann über die Stellgröße am Variator auf einfache Art und Weise das Abtriebsmoment eingestellt werden, weshalb ein bei einem Ausrollen des Kraftfahrzeuges in den Stillstand eventuell auftretendes erhöhtes Schubmoment durch eine automatische Erhöhung der Laststellung verhindert wird.

## Bezugszeichen

1	Regelungseinrichtung	
2	erster Übertragungsblock	
3	zweiter Übertragungsblock	
4	dritter Übertragungsblock	
5	Funktionsblock	5
6	Filter	
7	Funktionsblock	
8	Funktionsblock	
9	Funktionsblock	
10	Funktionsblock	10
11	Proportionalregler	
Ir	Kennwert der Fahrtrichtungserkennung	
i <sub>g</sub>	Getriebegesamtübersetzung	
i <sub>v</sub>	Übersetzung des Variators	
i <sub>v_akt</sub>	aktuelle Übersetzung des Variators	
i <sub>v_r</sub>	geregelter Anteil der Übersetzung des Variators	
i <sub>v_soll</sub>	Sollwert der Variatorübersetzung	20
delta <sub>i_v</sub>	belastungsabhängiger Anteil der Variatorübersetzung	
n <sub>ab</sub>	Abtriebsdrehzahl	25
n <sub>mot</sub>	Motordrehzahl	
n <sub>mot_soll</sub>	Soll-Wert der Motordrehzahl	
P <sub>mot_max</sub>	maximale Motorleistung	
P <sub>mot_soll</sub>	Motor-Soll-Leistung	
T <sub>ab</sub>	Abtriebsmoment	
T <sub>ab_max</sub>	maximales Abtriebsmoment	
T <sub>ab_soll</sub>	Sollabtriebsmoment	30
v <sub>F</sub>	Fahrzeuggeschwindigkeit	
α <sub>soll</sub>	Lastvorgabe an Motor	
ω <sub>ab</sub>	Winkelgeschwindigkeit der Getriebeausgangswelle	
ω <sub>an</sub>	Winkelgeschwindigkeit der Getriebeeingangswelle	35

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung und Regelung eines Automatgetriebes, insbesondere eines Geared-Neutral-Getriebes, eines Kraftfahrzeugs mit einem als Differential ausgebildeten Umlaufgetriebe und einer elektrischen Steuereinheit, wobei zu einer Einstellung einer Ausgangsdrehzahl des Differentials ein stufenloses Element vorgesehen ist, welches dem Differential in einer Leistungsverzweigung eines Antriebsstranges vorgeschaltet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Übersetzung (i<sub>v</sub>) des stufenlosen Elementes während einer Anfahrphase, bei einem Übergang von der Anfahrphase in eine Fahrbetriebsphase und während einer konstanten Fahrbetriebsphase über eine gemeinsame Regeleinrichtung geregelt und gesteuert verstellt wird, wobei die Verstellung der Übersetzung (i<sub>v</sub>) des stufenlosen Elementes und eine Lastvorgabe (α<sub>soll</sub>) an einen Motor des Kraftfahrzeugs über die Regeleinrichtung aufeinander abgestimmt sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellung der Übersetzung (i<sub>v</sub>) des stufenlosen Elementes und die Lastvorgabe (α<sub>soll</sub>) an einen Motor des Kraftfahrzeugs anhand einer stationären Fahrlinie eines Motorkennfeldes in Abhängigkeit einer Motor-Soll-Leistung (P<sub>mot\_soll</sub>) ermittelt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß über eine Steuerung der Regeleinrichtung ein gesteuerter Anteil der Übersetzung (i<sub>v\_s</sub>) des stufenlosen Elementes vorgegeben wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Ermittlung des gesteuerten Anteils der Übersetzung (i<sub>v\_s</sub>) des stufenlosen Elementes eine Abtriebsdrehzahl (n<sub>ab</sub>) für Rückwärtsfahrt oder Vorwärtsfahrt hinsichtlich zulässiger Grenzwerte begrenzt wird, wobei bei Vorliegen eines unzulässigen Wertes der Abtriebsdrehzahl (n<sub>ab</sub>) ein vorgebarer Grenzwert der Abtriebsdrehzahl vorgegeben wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß aus einem Quotienten der Antriebsdrehzahl (n<sub>ab</sub>) oder des Grenzwertes der Abtriebsdrehzahl und einem Istwert (n<sub>mot\_ist</sub>) der Motordrehzahl eine aktuelle Getriebegesamtübersetzung (i<sub>g</sub>) bestimmt wird, mit der eine aktuelle Übersetzung (i<sub>v\_akt</sub>) des stufenlosen Elementes über eine in der elektronischen Steuereinheit abgelegte Kennlinie ermittelt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit eines vorgegebenen Abtriebsmomentes (m<sub>ab\_soll</sub>) ein belastungsabhängiger Anteil der Übersetzung (delta<sub>i\_v</sub>) des stufenlosen Elementes ermittelt wird, wobei ein maximaler Wert des lastabhängigen Anteils der Übersetzung für ein maximal gefordertes Antriebsmoment (T<sub>ab\_max</sub>) berechnet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der gesteuerte Anteil der Übersetzung (i<sub>v\_s</sub>) des stufenlosen Elementes eine Summe der aktuellen Übersetzung (i<sub>v\_akt</sub>) und des belastungsabhängigen Anteils (delta<sub>i\_v</sub>) des stufenlosen Elementes darstellt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß über eine Regelung der Regeleinrichtung ein geregelter Anteil der Übersetzung (i<sub>v\_r</sub>) des stufenlosen Elementes in Abhängigkeit einer Abweichung eines ermittelten Ist-Wertes (n<sub>mot\_ist</sub>) der Motordrehzahl von einem Sollwert (n<sub>mot\_soll</sub>) der Motordrehzahl und einer Geschwindigkeit (v<sub>F</sub>) des Kraftfahrzeugs ermittelt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der geregelte Anteil der Übersetzung (i<sub>v\_r</sub>) über einen Proportionalregler (11) bestimmt wird, wobei eine Verstärkung des Proportionalreglers (11) über eine in der elektronischen Steuereinheit abgelegte Kennlinie von der Geschwindigkeit (v<sub>F</sub>) des Kraftfahrzeugs abhängig ist.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sollwert (i<sub>v\_soll</sub>) der Übersetzung des stufenlosen Elementes aus der Summe der über die Steuerung und die Regelung der Regeleinrichtung ermittelten Werte der Übersetzung (i<sub>v\_s</sub>, i<sub>v\_r</sub>) gebildet wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Motor-Soll-Leistung (P<sub>mot\_soll</sub>) über ein weiteres Kennfeld bestimmt wird und eine Funktion der Abtriebsdrehzahl (n<sub>ab</sub>) und eines Soll-Abtriebsmomentes (m<sub>ab\_soll</sub>) darstellt.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Soll-Abtriebsmoment (T<sub>ab\_soll</sub>) und eine Soll-Abtriebsleistung entsprechend einer

Wunschvorgabe eines Fahrers über das weitere Kennfeld ermittelt werden.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

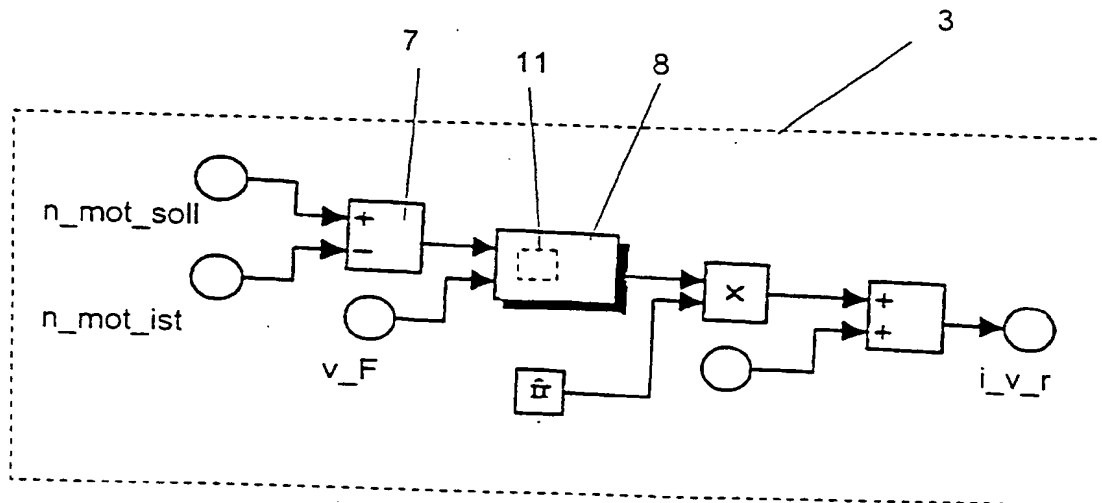
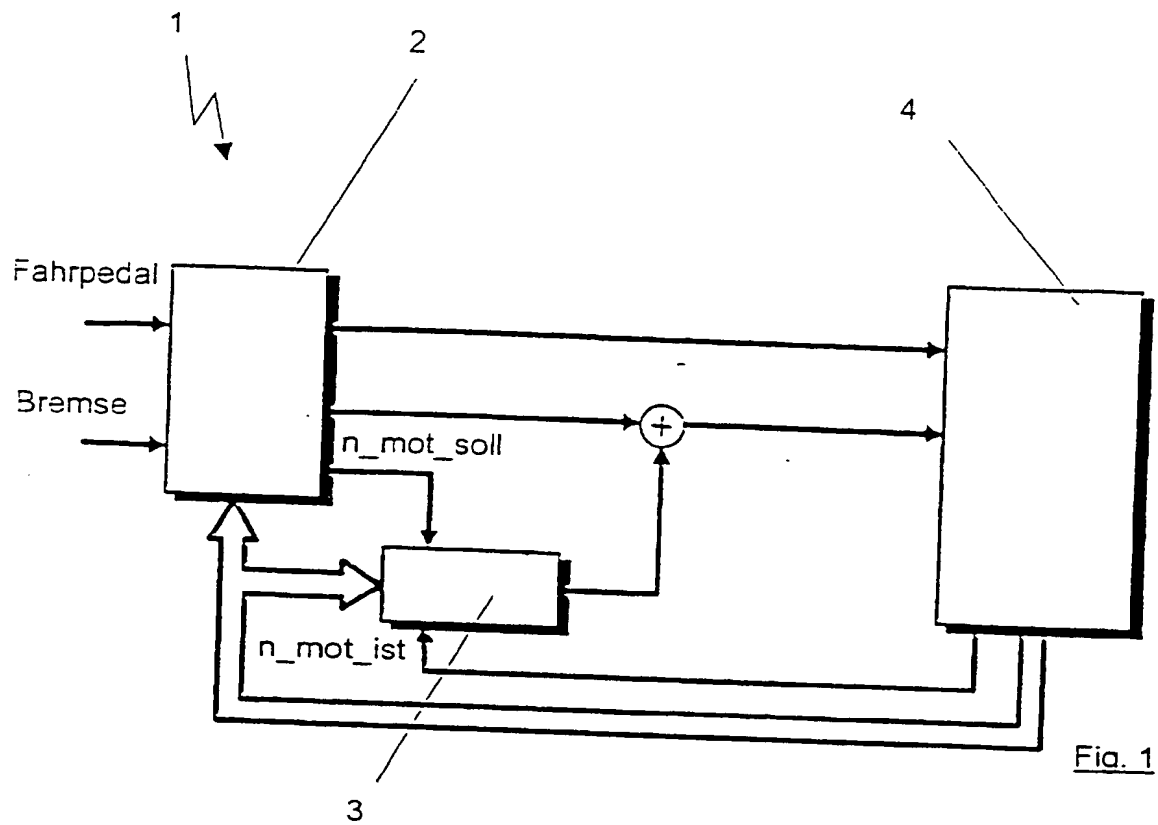
45

50

55

60

65



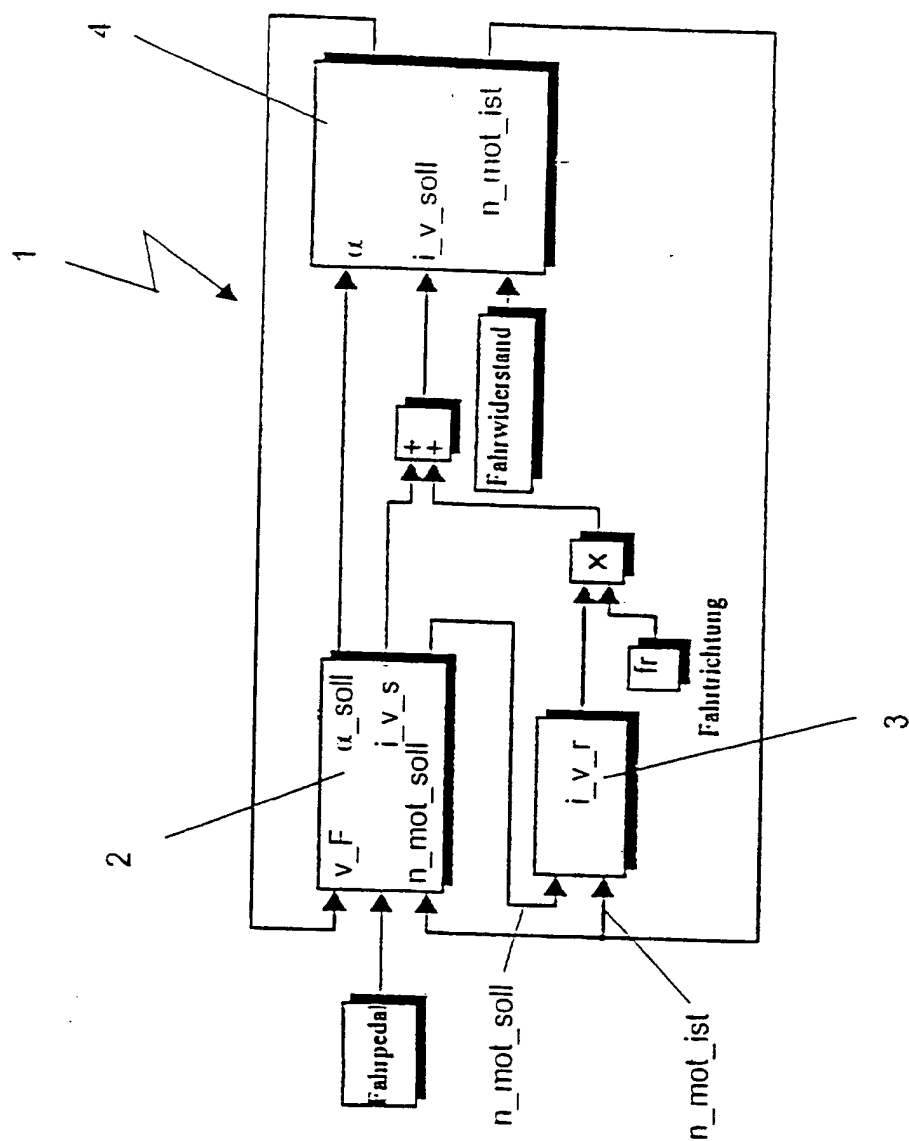


Fig. 2





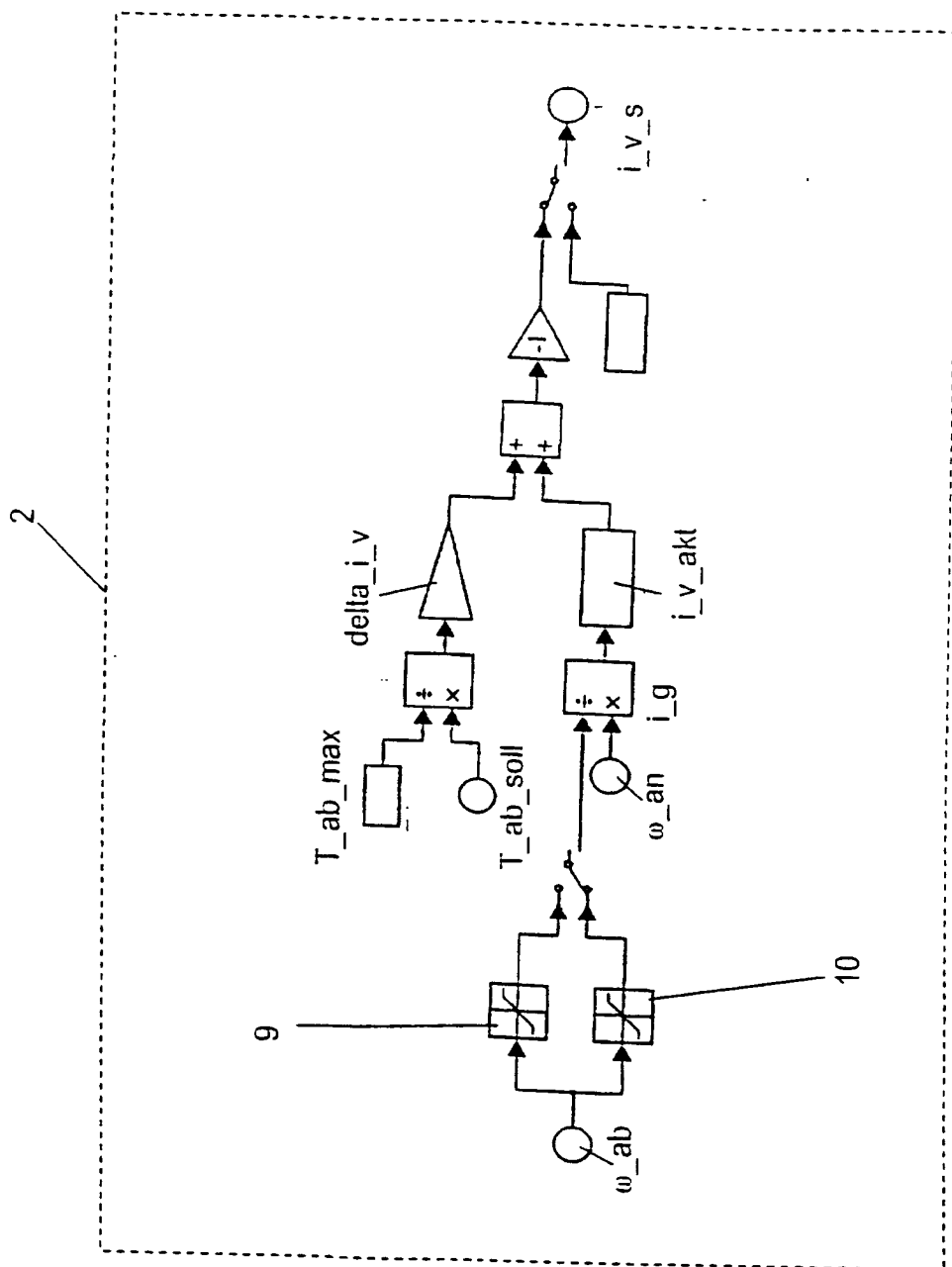


Fig. 5